

Laserschutz

1. Laserklassen:

Neue Laserklassen

Anwendung neuer Laser entsprechend der Stellungnahme des Fachausschuss Elektrotechnik zur Berücksichtigung der Norm DIN EN 60825-1 (VDE 0837 Teil 1), Ausgabe 11/2001

"Sicherheit von Laser-Einrichtungen" in der Unfallverhütungsvorschrift "Laserstrahlung" (BGV B2/VBG 93)

Laser und LED (Licht emittierende Dioden) wurden schon bisher in Laserklassen 1, 2, 3A, 3B und 4 untergliedert, um deutlich zu machen, ob und unter welchen Bedingungen Gefährdungen bestehen. Die Klassifizierung ist in der Unfallverhütungsvorschrift "Laserstrahlung" und in der DIN EN 60825-1 festgelegt.

In der Unfallverhütungsvorschrift "Laserstrahlung" BGV B2 in der Fassung vom 1. Januar 1997 mit Durchführungsanweisungen vom Oktober 1995 wurde als Grundlage für die Festlegung von Schutzmaßnahmen die Klassifizierung von Lasereinrichtungen berücksichtigt. Dabei wurden die Klassen der damaligen Norm DIN EN 60825-1 (VDE 0837 Teil 1) "Sicherheit von Laser-Einrichtungen" { im Folgenden nur EN 60825-1 genannt } bis Ausgabe 07.1994 in der Unfallverhütungsvorschrift zugrunde gelegt.

Nunmehr ist die Norm DIN EN 60825-1 grundlegend überarbeitet worden und wurde in der Fassung November 2001 veröffentlicht. In dieser Ausgabe sind die Laser-Klassen zum Teil erheblich geändert worden. Deshalb wird im Folgenden eine Handlungsanleitung gegeben, wie Laser mit neuer Klassifizierung entsprechend der gültigen BGV B2 anzuwenden sind.

Änderungen, die sich aus den neuen Klassen ergeben:

- Lasereinrichtungen werden nach der Unfallverhütungsvorschrift "Laserstrahlung" BGV B2 und der bisherigen Norm DIN EN 60825-1 (VDE 0837 Teil 1) bis Ausgabe 03.1997 in die Klassen 1, 2, 3A, 3B und 4 mit steigendem Gefährdungsgrad eingeteilt, wobei die Gefährdung der Augen besonders berücksichtigt wird.
- **Die neue Norm DIN EN 60825-1**, Ausgabe 11.2001 enthält eine geänderte Klassifizierung mit den Klassen 1, 1 M, 2, 2 M, 3 R, 3 B und 4. Dabei bleiben die Klassen 1, 2, 3 B und 4 gegenüber der bisherigen Norm weitgehend unverändert.

Neu sind die Klassen 1M, 2M statt der bisherigen Klasse 3A und die Klasse 3 R als Unterklasse der Klasse 3B.

- **Lasereinrichtungen der Klasse 1M**, deren Ausgangsstrahlung im Wellenlängenbereich zwischen 302,5 nm und 4000 nm ohne Verwendung optischer Instrumente (z. B. Lupen, Linsen, Teleskopen) liegt, sind vergleichbar ungefährlich wie die Klasse 1, sie können aber bei Verwendung optischer Instrumente gefährlich werden.
- **Lasereinrichtungen der Klasse 2M**, deren Ausgangsstrahlung im Wellenlängenbereich von 400 nm und 700 nm liegt, sind ohne Verwendung optischer Instrumente bei kurzzeitiger Einwirkungsdauer bis 0,25 s für das Auge vergleichbar ungefährlich wie eine Lasereinrichtung der Klasse 2; sie können aber bei Verwendung optischer Instrumente gefährlich werden.

Fazit:

Sofern keine optisch sammelnden Instrumente verwendet werden, die den Strahlquerschnitt verkleinern, besteht bei Lasereinrichtungen der Klasse 1 M eine vergleichbare Gefährdung wie bei Lasereinrichtungen der Klasse 1 und bei Lasereinrichtungen der Klasse 2M wie bei Klasse 2. Bei Einsatz optisch sammelnder Instrumente können aber vergleichbare Gefährdungen wie bei Klasse 3 R oder 3 B auftreten.

- **Lasereinrichtungen der Klasse 3R**, deren Ausgangsstrahlung im Wellenlängenbereich von 302,5 nm bis 106 nm liegt, sind für das Auge potentiell gefährlich wie Lasereinrichtungen der Klasse 3 B. Das Risiko eines Augenschadens wird dadurch verringert, dass der Grenzwert der zugänglichen Strahlung (GZS) im sichtbaren Wellenlängenbereich auf das Fünffache des der zugänglichen Strahlung für Klasse 2, in den übrigen Wellenlängenbereichen auf das Fünffache des GZS-Grenzwertes der zugänglichen Strahlung für Klasse 1 begrenzt ist.

Fazit:

Schon in der alten Norm waren für Lasereinrichtungen, die nur im sichtbaren Wellenlängenbereich strahlen (400 nm bis 700 nm) und deren Ausgangsleistung das 5-fache des Grenzwertes für Klasse 2 nicht überschreitet, die baulichen Anforderungen gegenüber den restlichen Lasereinrichtungen der Klasse 3 B wesentlich reduziert. Der MZB-Wert für eine

ungefährliche Bestrahlung des Auges kann aber auch bei zufälliger, kurzzeitiger Einwirkungsdauer von 0,25 s überschritten werden.

Welche Konsequenzen ergeben sich für den Unternehmer aus der neuen Klassifizierung:

Zur Zeit gibt es Laser, die nach der bisherigen DIN EN 60825-1 (VDE 0837 Teil1) bis Ausgabe 03.97 in die Laserklassen 1, 2, 3A, 3B und 4 klassifiziert wurden und zunehmend neue Laser, die nach der DIN EN 60825-1 (VDE 0837 Teil 1) Ausgabe 11.2001 in die Laserklassen 1, 1 M, 2, 2 M, 3 R, 3 B und 4 klassifiziert werden.

Spätestens ab 01.01.2004 müssen Laser, die neu in Verkehr gebracht werden, nach der neuen DIN EN 60825-1 11.2001 klassifiziert werden.

Eine Pflicht zur Klassifizierung nach den neuen Laserklassen für vorhandene Lasereinrichtungen und solche, die bis zum 31.12.2003 in Betrieb genommen werden, besteht nicht. Für Laser mit der alten Klassifizierung gilt die Unfallverhütungsvorschrift uneingeschränkt.

Weiterhin ist festzustellen, dass entsprechend § 2 Absatz 2 der Unfallverhütungsvorschrift BGV A 1 "Allgemeine Vorschriften" technische Erzeugnisse, die nicht den Unfallverhütungsvorschriften entsprechen, verwendet werden dürfen, soweit sie in ihrer Beschaffenheit die gleiche Sicherheit auf andere Weise Gewähr leisten.

Zuordnung der Schutzmaßnahmen zu den Laserklassen:

Die neuen Laserklassen 1 M, 2 M und 3 R dürfen deshalb

2. Definition der Laserklassen

Klasse 1	Die zugängliche Laserstrahlung ist unter vernünftigerweise vorhersehbaren Bedingungen ungefährlich. <i>Anmerkung:</i> <i>Die vernünftigerweise vorhersehbaren Bedingungen sind beim bestimmungsgemäßen Betrieb eingehalten.</i> <i>Der Grenzwert der zugänglichen Strahlung der DIN EN 60825-1:2001-11 im Wellenlängenbereich von 400 nm bis 1400 nm zur Klassifizierung eines Lasers ist zwischen 100 s und 30000 s gleich. Deshalb sind bei Langzeiteinwirkungen Belästigungen nicht auszuschließen.</i>
Klasse 1M:	Die zugängliche Laserstrahlung liegt im Wellenlängenbereich von 302,5 nm bis 4 000 nm. Die zugängliche Laserstrahlung ist für das Auge ungefährlich, solange der Querschnitt nicht durch optische Instrumente (Lupen, Linsen, Teleskope) verkleinert wird! <i>Anmerkung:</i> <i>Sofern keine optisch sammelnden Instrumente verwendet werden, die den Strahlquerschnitt verkleinern, besteht bei Lasereinrichtungen der Klasse 1M eine vergleichbare Gefährdung wie bei Lasereinrichtungen der Klasse 1.</i> <i>Bei Einsatz optisch sammelnder Instrumente können vergleichbare Gefährdungen wie bei Klasse 3R oder 3B auftreten.</i>
Klasse 2	Die zugängliche Laserstrahlung liegt im sichtbaren Spektralbereich (400 nm bis 700 nm). Sie ist bei kurzzeitiger Einwirkungsdauer (bis 0,25s) ungefährlich auch für das Auge. Zusätzliche Strahlungsanteile außerhalb des Wellenlängenbereiches von 400-700 nm erfüllen die Bedingungen für Klasse 1. <i>Anmerkung:</i> <i>Bei Lasereinrichtungen der Klasse 2 ist das Auge bei zufälliger, kurzzeitiger Einwirkung der Laserstrahlung, d. h. bei Einwirkungsauern bis 0,25s nicht gefährdet. Lasereinrichtungen der Klasse 2 dürfen deshalb ohne weitere Schutzmaßnahmen eingesetzt werden, wenn sichergestellt ist, dass weder ein absichtliches Hineinschauen für die Anwendung über längere Zeit als 0,25 s, noch wiederholtes Hineinschauen in die Laserstrahlung bzw. spiegelnd reflektierte Laserstrahlung erforderlich ist.</i> <i>Von dem Vorhandensein eines Lidschlussreflexess zum Schutz der Augen darf in der Regel nicht ausgegangen werden:</i> <i>Für kontinuierlich strahlende Laser der Klasse 2 beträgt der Grenzwert der zugänglichen Strahlung (GZS) $P_{\text{grenz}} = 1 \text{ mW}$ (bei $C_6 = 1$).</i>
Klasse 2M	Die zugängliche Laserstrahlung liegt im sichtbaren Spektralbereich von 400 nm bis 700 nm. Sie ist bei kurzzeitiger Einwirkungsdauer (bis 0,25s) für das Auge ungefährlich, solange der Querschnitt nicht durch optische Instrumente (Lupen, Linsen, Teleskope) verkleinert wird! Zusätzliche Strahlungsanteile außerhalb des Wellenlängenbereiches von 400-700 nm erfüllen

	<p>die Bedingungen für Klasse 1 M.</p> <p><i>Anmerkung:</i> <i>Sofern keine optischen Instrumente verwendet werden, die den Strahlquerschnitt verkleinern, besteht bei Lasereinrichtungen der Klasse 2M eine vergleichbare Gefährdung wie bei Lasereinrichtungen der Klasse 2.</i> <i>Bei Einsatz optisch sammelnder Instrumente können vergleichbare Gefährdungen wie bei Klasse 3R oder 3B auftreten.</i></p>
Klasse 3A	<p>Die zugängliche Laserstrahlung wird für das Auge gefährlich, wenn der Strahlquerschnitt durch optische Instrumente verkleinert wird. Sie ist für das Auge ungefährlich, solange der Querschnitt nicht durch optische Instrumente (Lupen, Linsen, Teleskope) verkleinert wird! Ist dies nicht der Fall, ist die ausgesandte Laserstrahlung im sichtbaren Spektralbereich (400 nm bis 700 nm) bei kurzzeitiger Einwirkungsdauer (bis 0,25s), in den anderen Spektralbereichen auch bei Langzeitbestrahlung, ungefährlich.</p> <p><i>Anmerkung:</i> <i>Bei Lasereinrichtungen der Klasse 3A handelt es sich um Laser, die nach der alten Norm klassifiziert worden sind.</i> <i>Sofern keine optischen Instrumente verwendet werden, die den Strahlquerschnitt verkleinern, besteht bei Lasereinrichtungen der Klasse 3A, die nur im sichtbaren Spektralbereich emittieren, eine vergleichbare Gefährdung wie bei Lasereinrichtungen der Klasse 2. Bei Lasereinrichtungen der Klasse 3A, die nur im nicht sichtbaren Spektralbereich emittieren, besteht eine vergleichbare Gefährdung wie bei Lasereinrichtungen der Klasse 1.</i></p>
Klasse 3R	<p>Die zugängliche Laserstrahlung liegt im Wellenlängenbereich von 302,5 nm bis 10 6 nm und ist gefährlich für das Auge. Die Leistung bzw. die Energie beträgt maximal das Fünffache des Grenzwertes der zulässigen Strahlung der Klasse 2 im Wellenlängenbereich von 400 nm bis 700 nm.</p> <p><i>Anmerkung:</i> <i>Lasereinrichtungen der Klasse 3R sind für das Auge potentiell gefährlich wie Lasereinrichtungen der Klasse 3B. Das Risiko eines Augenschadens wird dadurch verringert, dass der Grenzwert der zugänglichen Strahlung (GZS) im sichtbaren Wellenlängenbereich auf das Fünffache des Grenzwertes der zugänglichen Strahlung für Klasse 2, in den übrigen Wellenlängenbereichen auf das Fünffache des Grenzwertes der zugänglichen Strahlung für Klasse 1 begrenzt ist.</i></p>
Klasse 3B	<p>Die zugängliche Laserstrahlung ist gefährlich für das Auge, häufig auch für die Haut. Das direkte Blicken in den Strahl bei Lasern der Klasse 3B ist gefährlich. Ein Strahlbündel kann sicher über einen diffusen Reflektor betrachtet werden, wenn fol-gende Bedingungen gleichzeitig gelten:</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ der minimale Beobachtungsabstand zwischen Schirm und Hornhaut des Auges ist 13 cm; ■ die maximale Beobachtungsdauer 10s. ■ es treten keine gerichteten Strahlanteile auf, die ins Auge treten können <p>Ein Strahlenbündel kann nur dann über ein Diffusor betrachtet werden, wenn keine gerichteten Strahlanteile auftreten. Eine Gefährdung der Haut durch die zugängliche Laserstrahlung besteht bei Lasereinrichtungen der Klasse 3B, wenn die Werte der maximal zulässigen Bestrahlung (MZB) überschritten werden.</p>
Klasse 4	<p>Die zugängliche Laserstrahlung ist sehr gefährlich für das Auge und gefährlich für die Haut. Auch diffus gestreute Strahlung kann gefährlich sein. Die Laserstrahlung kann Brand- und Explosionsgefahr verursachen.</p> <p><i>Anmerkung:</i> <i>Lasereinrichtungen der Klasse 4 sind Hochleistungslaser, deren Ausgangsleistungen bzw. -energien die Grenzwerte der zugänglichen Strahlung (GZS) für Klasse 3 B übertreffen.</i> <i>Die Laserstrahlung von Lasereinrichtungen der Klasse 4 ist so intensiv, dass bei jeglicher Art von Exposition der Augen oder der Haut mit Schädigungen zu rechnen ist.</i> <i>Außerdem muss bei der Anwendung von Lasereinrichtungen der Klasse 4 immer geprüft werden, ob ausreichende Maßnahmen gegen Brand- und Explosionsgefahren getroffen sind; siehe auch §§ 10 und 16 der Unfallverhütungsvorschrift "Laserstrahlung".</i></p>

3. Daten zu den neuen Laserklassen

Die neuen Laserklassen nach der DIN EN 60825-1/11.01

Klasse neu	Grundkonzept	Wellenlänge, für die die Klasse definiert ist	Zeitbasis	GZS für das Sichtbare	Messung	Kommentar
1	augensicher	alle	100 s oder 30000 s	Wellenlängen-abhängig	50 mm in 2 m 7 mm in 14 mm	alte Klasse 1
1M	augensicher ohne Verwendung optischer Instrumente; unsicher bei Verwendung optischer Instrumente	302,5 - 4000 nm	100 s oder 30000 s	Wellenlängen-abhängig	Wie MZB-Werte	Früher: nicht sichtbarer Teil der Klasse 3A und Geräte, die nicht in 3A, sondern wegen der Leistungsgrenze (fünfmal Klasse 2) in Klasse 3B waren
2	augensicher durch Abwendungsreaktion plus Lidschlussreflex	400 - 700 nm	0,25 s	1 mW	50 mm in 2 m 7 mm in 14 mm	alte Klasse 2
2M	Lidschlussreflex; je nachdem, ob es sich um einen divergenten oder aufgeweiteten Strahl handelt, kann er mit optischen Instrumenten unsicher sein	400 - 700 nm	0,25 s	1 mW	Wie MZB-Werte	Früher: sichtbarer Teil der Klasse 3A und Geräte, die nicht in 3A waren. sondern wegen der Leistungsgrenze 5 mW in Klasse 3B waren
3 R	-Überschreitet die MZB-Werte -die Strahlung ist max. fünfmal höher als die GZS-Werte von Klasse 1 (bzw. Klasse 2) -das Risiko ist etwas geringer als in der Klasse 3B	400 - 700 nm 302,5 - 400 nm und 700 nm - 10^6 nm	0,25 100 s	5 mW	50 mm in 2 m 7 mm in 14 mm	alte Klasse 3B* im Sichtbaren erweitert in den Wellenlängenbereich von 302,5 nm bis 1 mm
3 B	alte Klasse 3 B ohne 3 R	alle	100 s	500 mW	50 mm in 2m 7 mm in 14 mm	alte Klasse 3B ohne 3 R

4	alte Klasse 4	alle	100 s 30000 s	500 mW		alte Klasse 4
---	---------------	------	------------------	--------	--	---------------

3. *Vergleich mit den alten Laserklassen*

**Schutzmaßnahmen für Laser mit neuer Klasse entsprechend der zur Zeit gültigen BGV B2
- Stand 2000 - vereinfachter Überblick**

Laserklasse nach neuer DIN EN 60825-1 bzw. IEC 60825-1/01.2001	Schutzmaßnahmen entsprechend der folgenden alten Laserklasse nach BGV B2 Stand 2000 anwenden
1	1
1M	3A
2	2
2M	3A
3 R*)	3B
3 B	3B
4	4
*) LSB ab Klasse 3R und Laseranmeldung ab 3R	